

CARACTERIZAÇÃO DA MADEIRA DE  
TAXI-BRANCO-DA-TERRA-FIRME (*Sclerolobium paniculatum* VOGEL)  
PARA ENERGIA  
(Characterization of taxi-branco-da-terra-firme wood  
(*Sclerolobium paniculatum* Vogel) for energy)

Ivan Tomaselli<sup>+</sup>  
Luciano C.T. Marques<sup>\*\*</sup>  
Antonio A. Carpanezi<sup>\*\*\*</sup>  
José Carlos D. Pereira<sup>\*\*\*</sup>

## RESUMO

Este trabalho analisa a qualidade da madeira, para fins energéticos, de árvores de *Sclerolobium paniculatum* Vogel, de ocorrência natural e de plantio experimental (cinco árvores cada). Não foram constatadas diferenças significativas entre as duas origens. A madeira possui características comparáveis às tradicionalmente utilizadas para energia no Sul do Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: Taxi-branco-da-terra-firme, *Sclerolobium paniculatum*, energia.

## ABSTRACT

This paper deals with wood quality of *Sclerolobium paniculatum* for energy purposes. Samples were obtained from trees of two growing conditions: natural regeneration and experimental planting (five trees of each one). No significant difference was found between groups. Wood was considered to be similar to those commonly used for energy purposes in Southern Brazil.

KEY-WORDS: *Sclerolobium paniculatum* (Taxi-branco-da-terra-firme) wood, energy.

## 1. INTRODUÇÃO

Taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerolobium paniculatum* Vogel, Leguminosae Caesalpinioideae) é uma espécie que reúne características promissoras para plantios energéticos, na Amazônia brasileira e regiões limítrofes (CARPANEZZI et al. 1983). Embora as informações disponíveis sejam escassas, sua madeira é considerada de boas características para lenha e carvão (LE COINTE 1947; DUCKE 1949; PAULA 1982).

O presente trabalho teve como objetivo a avaliação da qualidade da madeira de indivíduos da espécie, crescendo sob condições naturais e de plantio, como fonte de energia, através da queima direta e da produção de carvão vegetal.

---

\* Eng. Florestal, Ph.D., Universidade Federal do Paraná.

\*\* Eng. Florestal, B.Sc., Pesquisador da EMBRAPA – Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido – CPATU.

\*\*\* Eng. Florestais, M.Sc., Pesquisadores da EMBRAPA – Unidade Regional de Pesquisa Florestal Centro-Sul – URPFCS.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

Para este estudo, foram selecionados dez indivíduos de taxi-branco, sendo cinco árvores nativas e cinco árvores de plantio experimental. As árvores nativas vieram de uma capoeira alta, em Belterra — PA; apresentavam treze a dezesseis; anéis de crescimento, e a média dos diâmetros à altura do peito (DAP) era 26,8 cm. As árvores plantadas, com cerca de oito anos de idade, vieram do norte da Floresta Nacional de Tapajós. O DAP médio dessas árvores era 17,8 cm. De cada árvore foram retirados dois discos, à altura do peito, para as análises de laboratório.

### **2.1. Determinação da densidade básica.**

Utilizou-se um disco de cada árvore. De cada disco, retiraram-se duas cunhas opostas com ângulo interno de 30°. Essas cunhas foram utilizadas para as determinações de densidade básica, pelo método da balança hidrostática (Norma ABCP M 14/70). A densidade básica de média de cada disco foi calculada através da média aritmética dos valores obtidos para as respectivas cunhas.

### **2.2. Determinação do poder calorífico da madeira.**

Um disco de cada árvore, perfazendo um total de dez discos, foi parcialmente utilizado na determinação do poder calorífico.

O procedimento consistiu na transformação de porções do material em pequenas partículas, as quais foram peneiradas em malha 40 mesh. Este material foi acondicionado em câmara climatizada, a 20°C e 65% de umidade relativa, sendo, posteriormente, confeccionado um briquete para cada árvore. O poder calorífico foi, então, determinado em bomba calorimétrica.

### **2.3. Produção de carvão**

Dos discos para a determinação do poder calorífico da madeira, retiraram-se, também, vários blocos com a dimensão aproximada de 20 x 10 x 10 mm. Estes blocos foram inicialmente acondicionados em uma sala climatizada, com temperatura de 20°C e umidade relativa de 65%.

Após o acondicionamento, tomaram-se três blocos para cada árvore, os quais foram cuidadosamente pesados e medidos. Para submeter a madeira à carbonização, utilizou-se sistemática desenvolvida no Laboratório de Tecnologia da Madeira, da Universidade Federal do Paraná, que consiste em colocar as amostras em uma cápsula que limita o fornecimento de ar para a madeira. Esta cápsula é colocada no interior de uma mufla, a qual é lentamente aquecida para que sejam evitados defeitos nos blocos, que dificultam a determinação do rendimento em volume.

O aquecimento inicial é feito a 100°C por um período de 60 minutos, seguindo-se 60 minutos a 200°C, 60 minutos a 300°C, 30 minutos a 400°C e 60 minutos a 500°C (temperatura máxima utilizada).

Terminado o tempo de residência na mufla, retira-se a cápsula, fecham-se os orifícios de entrada de ar e inicia-se o processo de resfriamento.

## 2.4. Determinação do rendimento.

O carvão produzido foi medido e pesado. Os dados foram tabelados, para permitir os cálculos de rendimento em peso e em volume.

## 2.5. Determinação de propriedades do carvão.

### 2.5.1. Poder calorífico.

Parte do carvão produzido foi reduzido a partículas e submetido à secagem a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ . Posteriormente, foi confeccionado um briquete para cada árvore e determinado o poder calorífico em bomba calorimétrica.

### 2.5.2. Análise química imediata.

O método de análise utilizado baseou-se na norma ASTM D -1792-64. O carvão obtido em mufla foi moído e peneirado, separando-se a fração que ultrapassou a malha 20 mesh e ficou retida em malha 100 mesh. Utilizaram-se apenas duas amostras, uma representativa das árvores de floresta nativa e outra representativa das árvores do plantio experimental.

Essas amostras foram acondicionadas em sala climatizada, com temperatura de  $20^\circ\text{C}$  e 65% de umidade relativa, colocadas em cadinhos e submetidas à secagem em estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , durante duas horas. Resfriadas em dessecador, foram então pesadas. A seguir, os cadinhos foram colocados no interior de uma mufla com temperatura de  $950^\circ\text{C}$ . Decorridos seis minutos, foram retirados do dessecador e pesados. Posteriormente, os cadinhos foram novamente colocados no interior de uma mufla com temperatura de  $750^\circ\text{C}$ , durante seis horas. Após esse período, foram retirados, resfriados e pesados.

Os cálculos relativos aos teores de umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo, foram efetuados conforme as equações 1, 2, 3 e 4, descritas a seguir:

$$U = \frac{A - B}{A} \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

onde: U = teor de umidade (%)  
A = peso inicial da amostra (g)  
B = peso da amostra após a secagem a  $103^\circ\text{C} \pm 2$  (g)

$$MV = \frac{B - C}{B} \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

onde: MV = teor de material volátil (%)  
C = peso da amostra após tratamento a  $950^\circ\text{C}$  (g)

$$Ci = \frac{D}{B} \times 100 \quad (\text{Eq. 3})$$

onde: Ci = teor de cinzas  
D = peso do resíduo após tratamento a 750°C (g)

$$CF = 100 - (MV + Ci) \quad (\text{Eq. 4})$$

onde: CF = teor de carbono fixo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Características da madeira.

As médias de densidade básica e de poder calorífico do material estudado encontram-se na Tabela 1. A densidade da madeira oriunda do plantio experimental foi de 0,633 g/cm<sup>3</sup> e, para a madeira de mata nativa, foi de 0,602 g/cm<sup>3</sup>.

Estas médias foram comparadas pelo teste "t", não se encontrando diferença estatisticamente significativa. Considerando-se que as árvores da mata nativa possuem uma idade provavelmente superior, essa observação é um tanto surpreendente, uma vez que se espera que a densidade aumente com a idade (KOLLMANN & COTÉ 1968).

De acordo com a classificação adotada em trabalhos anteriores (SUDESUL 1979; ERFURT & RUSCHE 1976), a madeira desta espécie classifica-se como de densidade média.

**TABELA 1.** Densidade básica e poder calorífico da madeira de *Sclerolobium paniculatum* oriunda de mata nativa e plantio experimental (média de cinco árvores).  
(Basic density and heat content of *Sclerolobium paniculatum* wood obtained in native stands and plantations (means of five trees).

Propriedade (Characteristic)	Origem do material (Source of sampled trees)			
	mata nativa (native stand)		plantio (planted stand)	
	x	s	x	s
Densidade básica (basic density) (g/cm <sup>3</sup> )	0,602	0,05	0,633	0,04
Poder calorífico superior a 12% (superior calorific value) (Kcal/kg)	4580	264,3	4390	174,5

x = estimativa da média

s = estimativa do desvio padrão.

O poder calorífico (a 12% de umidade) obtido para madeira de mata nativa foi de 4580 Kcal/kg e, para amostra de plantio experimental, foi de 4390 Kcal/kg. A comparação pelo teste "t" para amostras parelhadas mostrou que a diferença entre médias não foi estatisticamente significativa. Estes valores são similares aos encontrados em literatura para outras espécies com o mesmo teor de umidade (FARINHAQUE 1981).

### 3.2. Produção de carvão.

#### 3.2.1. Poder calorífico e rendimento.

O poder calorífico e os rendimentos obtidos na produção de carvão, encontram-se na Tabela 2. Como se observa, os valores obtidos para as duas populações estudadas são muito próximos, tanto para o poder calorífico como para o rendimento em peso e em volume. A comparação pelo teste "t" para amostras parelhadas indicou que a diferença entre médias não foi significativa.

Como descrito anteriormente, o processo de carbonização foi conduzido em laboratório sob condições perfeitamente controladas. A temperatura final de carbonização foi de 500°C. Considerando-se esta temperatura de carbonização, pode-se concluir que o poder calorífico e os rendimentos em peso e em volume

foram bons, encontrando-se, inclusive, acima dos obtidos em estudos conduzidos por outros autores com eucaliptos (GOMES & OLIVEIRA 1980; TOMASELLI 1982; OLIVEIRA & ALMEIDA 1980). Confirmam-se, a princípio, as premissas de PAULA (1982), que, fundamentando-se em estudo de base, classificou a madeira desta espécie como muito boa para a produção de carvão.

**TABELA 2.** Poder calorífico e rendimento em peso e volume de carvão produzido a 500°C em madeira de *Sclerolobium paniculatum*, oriunda de mata nativa e de plantio experimental (média de cinco árvores).  
(Heat content and yield in weight and volume of charcoal produced at 500°C with *Sclerolobium paniculatum* wood from native and planted stands (mean of five trees)).

Propriedade (Characteristic)	Origem do material (Source of sampled trees)			
	mata nativa (native stand)		plantio experimental (planted stand)	
	x	s	x	s
Poder calorífico superior (superior heat content) Kcal/kg	7690	166	7678	102
Rendimento peso (%) (in weight yield)	37,8	2,49	35,9	1,26
Rendimento volume (%) (volume yield)	57,5	2,32	55,0	6,56

x = estimativa da média.

s = estimativa do desvio padrão.

### 3.2.2. Análise química imediata.

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos para carbono fixo, teor de cinzas e teor de material volátil, considerando-se somente uma amostra retirada ao acaso do lote

de carvão produzido a partir das cinco árvores de cada população. Como era esperado, os resultados são basicamente os mesmos para as duas populações.

A exemplo do rendimento, estas propriedades estão intrinsecamente ligadas à temperatura de carbonização. Comparando-se estes valores com os obtidos por outros pesquisadores (OLIVEIRA & ALMEIDA 1980), observa-se que o teor de carbono fixo encontra-se abaixo do obtido para *Eucalyptus*, ao redor de 89%. Como consequência, o teor de voláteis é mais alto. Este fato deve ser, provavelmente, causado pelo tempo de residência do material a 500°C ter sido insuficiente. Um maior tempo de residência na referida temperatura iria aumentar o teor de carbono fixo e reduzir o rendimento, o qual, conforme discutido anteriormente, foi acima da média. De qualquer forma, com base nos valores encontrados pela análise química imediata, considera-se o carvão como de boa qualidade para a maioria das utilizações finais. Deve-se, ainda, considerar que este trabalho, em termos de análise química imediata, possui um caráter somente expedito, devido a limitações do número de amostras utilizadas.

**TABELA 3.** Resultados da análise química imediata de carvão produzido a 500°C com madeira de *Sclerolobium paniculatum* oriunda de mata nativa e plantio experimental.  
(Chemical analysis of charcoal produced at 500°C with *Sclerolobium paniculatum* wood from native and planted stands).

Propriedade (Characteristic)	Origem do material (Source of sampled trees)	
	Mata nativa (native stand)	Plantio experimental (planted stand)
Teor de carbono fixo (fixed carbon content)	74,9%	74,0%
Teor de cinza (ash content)	1,62%	1,17%
Teor de materiais voláteis (volatile content)	23,4%	24,8%

#### 4. CONCLUSÕES

À vista dos resultados obtidos, conclui-se que:

a) não ocorreu diferença significativa entre a madeira oriunda de mata nativa e a madeira oriunda do plantio experimental, considerando-se as propriedades

estudadas: poder calorífico da madeira e do carvão, densidade básica, rendimento do processo de carvoejamento (em peso e volume) e análise química imediata do carvão; e

b) para a utilização como energia, a madeira possui características comparáveis às aquelas tradicionalmente usadas no Sul do Brasil. Apesar de o rendimento do processo de carbonização encontrar-se acima das médias relatadas em outros estudos, esta vantagem é diluída pelo menor teor de carbono fixo. Esse fato deve estar relacionado a uma possível insuficiência no tempo de residência à temperatura final. Aumentando-se esse tempo de residência, muito provavelmente nenhuma diferença seria encontrada.

## 5. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Normas de ensaio**. São Paulo, 1968.
- CARPANEZZI, A.A.; MARQUES, L.C.T. & KANASHIRO, M. **Aspectos ecológicos e silviculturais de taxi-branco-da-terra-firme (*Sclerobium paniculatum* Vogel)**. Curitiba, EMBRAPA-URPFCS, 1983. (EMBRAPA-URPFCS. Circular Técnica, 8).
- ERFURT, T. & RUSCHE, H. **The marketing of tropical wood**. FAO, 1976. 32p.
- DUCKE, A. Notas sobre a flora neotrópica — II. As leguminosas da Amazônia Brasileira. **Boletim Técnico do Instituto Agrônomo do Norte**, Belém, (18): 1-248, 1949.
- FARINHAQUE, R. **Influência da umidade no poder calorífico da madeira de bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth) e aspectos gerais de combustão**. Curitiba, FUPEF, 1981. 14p. (FUPEF. Série Técnica, 6).
- GOMES, P.A. & OLIVEIRA, J.B. **Técnica de carbonização da madeira**. Belo Horizonte, CETEC, 1980. p.25-41. (CETEC. SPT, 1).
- KOLLMANN, F.F.P. & COTE, W.A.J. **Principles of wood science and technology**. Berlin, Springer, 1968. 562p.
- LE COINTE, P. **Árvores e plantas úteis (indígenas e aclimadas)**. São Paulo, Companhia Editora Nacional, 1947. 505p.
- OLIVEIRA, L. T. & ALMEIDA, M.R. **Avaliação de carvão vegetal**. Belo Horizonte, CETEC, 1980. p.43-53. (CETEC. SPT, 1).
- PAULA, J.E. Espécies nativas com perspectivas energéticas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, Campos do Jordão, 1982. **Anais do congresso nacional sobre essências nativas**. São Paulo, Instituto Florestal, 1982. p.1259-315.
- SUDESUL. **Estudo das alternativas técnicas, econômicas e sociais para o setor florestal do Paraná**; subprograma tecnologia. Curitiba, 1979. 335p.
- TOMASELLI, I. Utilização da madeira na produção de carvão vegetal para a indústria siderúrgica. In: SEMINÁRIO "APROVECHAMIENTO DE LA MADERA COMO MATERIAL PRIMA PARA PRODUCCIÓN DE ENERGIA", Santiago del Estero, 1982.